

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード (参考)
H02K 29/00		H02K 29/00	Z 3J011
F16C 17/10		F16C 17/10	A 5H019
H02K 5/16		H02K 5/16	Z 5H605
7/08		7/08	A 5H607

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願2001-286294 (P 2001-286294)	(71) 出願人	000002325 セイコーインスツルメンツ株式会社 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地
(22) 出願日	平成13年 9 月20日 (2001. 9. 20)	(72) 発明者	米山 良治 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セイコーインスツルメンツ株式会社内
		(72) 発明者	後藤 廣光 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セイコーインスツルメンツ株式会社内
		(74) 代理人	100096378 弁理士 坂上 正明

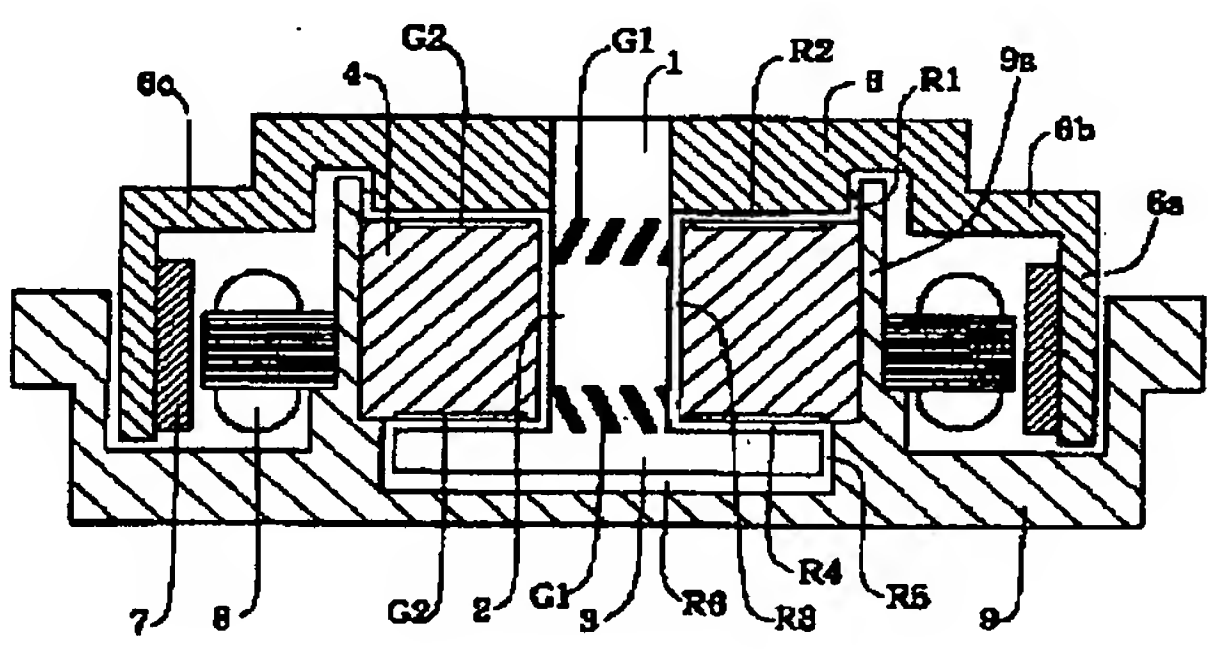
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動圧軸受スピンドルモータ

(57) 【要約】

【課題】 H字型動圧軸受を備えたスピンドルモータにおいて、構成部品数を減少させること、及び、振れの良い流体動圧軸受を提供すること。

【解決手段】 本発明に係るH字型動圧軸受を備えたスピンドルモータにおいて、そのH字型流体動圧軸受は、スリーブ4と、フランジ3が下端部に形成されたフランジ付シャフト1と、フランジ付シャフト1の上端部に圧入によって固着されたロータフレーム6と、これら構成部材間の微小隙間に充填された潤滑油と、ラジアル隙間を構成するフランジ付シャフト1の外周面に形成されたラジアル動圧発生溝G1と、ロータフレーム6の下面との間に上側スラスト隙間を形成するスリーブ4の上端面に形成された第1スラスト動圧発生溝G2と、フランジ3の上面との間に下側スラスト隙間を形成するスリーブ4の下端面に形成された第2スラスト動圧発生溝G2とで構成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ラジアル動圧軸受部と上スラスト動圧軸受部と下スラスト動圧軸受部とを有する流体動圧軸受によってロータがステータに支持された動圧軸受スピンドルモータにおいて、ロータマグネットが取り付けられ且つ負荷搭載面が形成されたロータフレームを、前記上スラスト動圧軸受部を構成する上スラスト部材に兼用したことを特徴とする動圧軸受スピンドルモータ。

【請求項 2】 円環状上端面と円環状下端面とを有するスリーブと、前記円環状下端面に対向配置される下スラスト部材が端部に形成されたフランジ付シャフトと、前記円環状上端面に対向配置されて前記フランジ付シャフトの上端部に圧入によって固着された上スラスト部材と、ラジアル隙間を形成する前記スリーブの内周面と前記フランジ付シャフトの外周面のいずれか一方に設けられたラジアル動圧発生溝と、第 1 スラスト隙間を形成する前記スリーブの円環状上端面と前記上スラスト部材の下面のいずれか一方に設けられた第 1 スラスト動圧発生溝と、第 2 スラスト隙間を形成する前記スリーブの円環状下端面と前記下スラスト部材の上面のいずれか一方に設けられた第 2 スラスト動圧発生溝と、前記ラジアル隙間と第 1 スラスト隙間と第 2 スラスト隙間を含む前記構成部材間の微小隙間に充填された潤滑油とで構成された流体動圧軸受によって、ロータマグネットを含むロータがステータコイルを含むステータに回転自在に支持された動圧軸受スピンドルモータであって、前記ロータマグネットが取り付けられ且つ負荷搭載面が形成されたロータフレームを、前記上スラスト部材に兼用したことを特徴とする動圧軸受スピンドルモータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ラジアル動圧軸受部と上下一対のスラスト動圧軸受部とを有する流体動圧軸受によってロータがステータに支持された動圧軸受スピンドルモータに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図 4 は、軸受隙間を含む微小隙間を誇張して示した従来の動圧軸受スピンドルモータ（第 1 従来例）の縦断面図である。このスピンドルモータは、T 字型流体動圧軸受によって、ロータマグネット 7 を含むロータがステータコイル 8 を含むステータに回転自在に支持されたものである。ロータマグネット 7 は、ロータフレーム 6 の円筒部 6 a の内周面に取り付けられている。ロータフレーム 6 は、カップ状ハブとしても機能するものである。ロータフレーム 6 は、その円周方向中心部に設けられた嵌合穴を、回転軸であるフランジ付シャフト 1 のシャフト 2 の上端部に圧入し、回転軸に固定されている。ステータコイル 8 は、ベース基板 9 に立設された段付スリーブ 4 の外周面に取り付けられている。

【0003】 前記動圧軸受は、シャフト 2 にリング状フ

ランジ 3 が圧入されて形成されたフランジ付シャフト 1 と、このフランジ付シャフト 1 が回転自在にして嵌合する段付円筒状スリーブ 4 と、スラスト押さえ部材 5 とから構成されている。これらの軸受構成部材間に形成された微小隙間  $r_1$ 、 $r_2$ 、 $r_3$ 、 $r_4$ 、 $r_5$  及び  $r_6$  には潤滑油が充填されている。シャフト部材 2 の上側の外周面とスラスト押さえ部材 5 の内周面との間に形成されたテーパー状微小隙間 S は、毛細管現象と表面張力を利用して潤滑油が外部に漏出しないように機能するキャピラリーシールである。

【0004】 ラジアル軸受隙間  $r_5$  を形成するシャフト部材 2 の下側の外周面にはヘリングボーン溝の如きラジアル動圧発生溝 G 1 のパターンが形成され、また段付円筒状スリーブ 4 の小径円筒部の内周面は平坦面とされている。

【0005】 スラスト軸受隙間は、リング状フランジ 3 の上面とスラスト押さえ部材 5 の下面とで形成する第 1 のスラスト軸受隙間  $r_2$  と、リング状フランジ 3 の下面と段付円筒状スリーブ 4 の大径円筒部の底面とで形成する第 2 のスラスト軸受隙間  $r_4$  の 2 つである。リング状フランジ 3 の上面と下面には、図 5 に示す如きスラスト動圧発生溝 G 2 が形成されている。

【0006】 図 4 の流体動圧スピンドルモータは実用的なものであるが、上下のスラスト軸受部の間隔が短いために回転軸線方向や位置のぶれがあるという問題を有する。この問題を解決した流体動圧スピンドルモータ（第 2 従来例）が、特開平 8-130852 号公報に開示されている。

【0007】 即ち、図 3 は H 字型流体動圧軸受を備えた第 2 従来例の流体動圧スピンドルモータの縦断面図である。このスピンドルモータは、流体動圧軸受によって、ロータマグネット 32 を含むロータがステータコイル 24 を含むステータに回転自在に支持されたものである。ロータマグネット 32 は、ロータフレーム 36 の円筒部 36 d の内周面に取り付けられている。ロータフレーム 36 は、カップ状ハブとしても機能するものである。ステータコイル 24 は、ベース基板 39 に立設された固定スリーブ体 12 の外周面に取り付けられている。

【0008】 回転シャフト体 16 は、シャフト部 16 a の上下に上フランジ部 16 b と下フランジ部 16 d が設けられた H 字型断面のフランジ付シャフトである。ラジアル動圧軸受部はシャフト部 16 a に対し潤滑剤を介して固定スリーブ体 12 のスリーブ部 12 a を外嵌して構成されている。なお、ラジアル動圧発生溝 G 1 は、シャフト部 16 a の外周面に形成されている。

【0009】 上スラスト動圧軸受部は、上フランジ部 16 b の下側面に対し潤滑剤を介して固定スリーブ体 12 の上環状部を相対させて構成されている。また、下スラスト動圧軸受部は、下フランジ部 16 d の上側面に対し潤滑剤を介して固定スリーブ体 12 の上環状部を相対さ

せて構成されている。なお、スラスト動圧発生溝 G 2 は、上フランジ部 16 b の下側面と、下フランジ部 16 d の上側面に夫々形成されている。

【0010】そして、回転シャフト体 16 の突出部 16 c に外嵌したロータフレーム 36 の内周面は、上フランジ部 16 b の上側面とキャップ部材 38 との間に挟圧固定されている。

【0011】上述の如く構成された H 字型流体動圧軸受を備えた第 2 従来例の流体動圧スピンドルモータでは、回転シャフト体の回転軸線方向や位置のぶれが防止され、高い回転精度が実現できる。また、回転シャフト体 16 の突出部 16 c に外嵌したロータフレーム 36 の内周部は、上フランジ部 16 b の上側面とキャップ部材 38 との間に挟圧固定されているので、ロータフレーム 36 の内周面の軸線方向長さが圧入による固定の場合に比し短くて足りると共に、上フランジ部 16 b をロータフレーム 36 の固定にも利用できるものであるため、全体として、スピンドルモータの軸線方向長さの短縮、即ち薄型化に有効性が高いと記載されている。

【0012】このような数々の特長を有するが、第 2 従来例の流体動圧スピンドルモータには次のような問題点もある。まず、回転シャフト体 16 の突出部 16 c へのキャップ部材 38 を圧入によって、上フランジ部 16 b の内周部に大きな応力が加わり、上フランジ部 16 b の変形が発生することである。上フランジ部 16 b が変形すると、RRO も NRRO も悪くなるという問題がある。次に、下フランジ部 16 d は、その嵌合突部 16 e をシャフト部 16 a の下方に開口する嵌合穴 16 a 1 に圧入してシャフト部 16 a に固着されるものであるが、圧入によってシャフト部 16 a の下部が膨らむことである。シャフト部 16 a の下部が膨らむと、ラジアル動圧軸受部でかじり現象が起こり、シャフトが回らなくなるという問題がある。更に、第 1 従来例の流体動圧スピンドルモータに比べて部品点数が多く、しかも個々の部品の加工精度は高くなければならないので、加工コストが高いという問題がある。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】 解決しようとする第 1 の課題は、H 字型流体動圧軸受を備えた動圧軸受スピンドルモータにおいて、H 字型動圧軸受を構成する部品の数を少なくすることである。解決しようとする第 2 の課題は、振れの良い H 字型流体動圧軸受を備えた動圧軸受スピンドルモータを提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決する請求項 1 の発明は、ラジアル動圧軸受部と上スラスト動圧軸受部と下スラスト動圧軸受部とを有する流体動圧軸受によってロータがステータに支持された動圧軸受スピンドルモータにおいて、ロータマグネットが取り付けられ且つ負荷搭載面が形成されたロータフレームを、上スラ

ト動圧軸受部を構成する上スラスト部材に兼用したことを特徴とするものである。

【0015】また、上記課題を解決する請求項 2 の発明は、円環状上端面と円環状下端面とを有するスリーブと、前記円環状下端面に対向配置される下スラスト部材が端部に形成されたフランジ付シャフトと、前記円環状上端面に対向配置されて前記フランジ付シャフトの上端部に圧入によって固着された上スラスト部材と、ラジアル隙間を形成する前記スリーブの内周面と前記フランジ付シャフトの外周面のいずれか一方に設けられたラジアル動圧発生溝と、第 1 スラスト隙間を形成する前記スリーブの円環状上端面と前記上スラスト部材の下面のいずれか一方に設けられた第 1 スラスト動圧発生溝と、第 2 スラスト隙間を形成する前記スリーブの円環状下端面と前記下スラスト部材の上面のいずれか一方に設けられた第 2 スラスト動圧発生溝と、前記ラジアル隙間と第 1 スラスト隙間と第 2 スラスト隙間を含む前記構成部材間の微小隙間に充填された潤滑油とで構成された流体動圧軸受によって、ロータマグネットを含むロータがステータコイルを含むステータに回転自在に支持された動圧軸受スピンドルモータであって、その特徴は、前記ロータマグネットが取り付けられ且つ負荷搭載面が形成されたロータフレームを、前記上スラスト部材に兼用したことである。

【0016】

【発明の実施の形態】 本発明の第 1 実施形態の動圧軸受スピンドルモータは、図 1 に縦断面図で示す如く、H 字型流体動圧軸受によってロータがステータに回転自在に支持されたものである。

【0017】図 1 の第 1 実施形態の動圧軸受スピンドルモータにおいて、ロータはロータフレーム 6 とロータマグネット 7 とから構成されている。ロータフレーム 6 は、円盤部 6 c と円環部 6 b と円筒部 6 a を有する部材で、カップ状ハブとして機能する部材である。ロータマグネット 7 は環状の永久磁石であって、ロータフレーム 6 の円筒部 6 a の内周面に取り付けられている。また、ステータは、ベース基板 9 とステータコイル 8 を含んで構成されている。ベース基板 9 は中央部に形成された突出した円筒部 9 a を有している。ステータコイル 8 は、ベース基板 9 の円筒部 9 a の外周面に取り付けられている。

【0018】第 1 実施形態における H 字型流体動圧軸受は、円環状上端面と円環状下端面とを有する肉厚のスリーブ 4 と、フランジ 3 が下端部に形成されたフランジ付シャフト 1 と、フランジ付シャフト 1 の上端部に圧入によって固着されたロータフレーム 6 と、フランジ 3 が収納される凹部が形成されたベース基板 9 とで構成されている。スリーブ 4 は、円筒部 9 a に内嵌されてベース基板 9 に固着されている。

【0019】第 1 実施形態における H 字型流体動圧軸受



において、ラジアル動圧発生溝 G 1 は、スリーブ 4 の内周面との間にラジアル隙間 R 3 を形成するフランジ付シャフト 1 の外周面に設けられている。また、第 1 スラスト動圧発生溝 G 2 は、ロータフレーム 6 の内周側下面との間に第 1 スラスト隙間 R 2 を形成するスリーブ 4 の円環状上端面に設けられている。更に、第 2 スラスト動圧発生溝 G 2 は、フランジ 3 の上面との間に第 2 スラスト隙間 R 4 を形成するスリーブ 4 の円環状下端面に設けられている。そして、前記ラジアル隙間 R 3 と第 1 スラスト隙間 R 2 と第 2 スラスト隙間 R 4 を含む前記構成部材間の微小隙間 R 1 ~ R 6 には潤滑油が充填されている。

【0020】なお、第 1 実施形態における H 字型流体動圧軸受において、ラジアル動圧発生溝 G 1 はスリーブ 4 の内周面に設けられてもよい。また、第 1 スラスト動圧発生溝 G 2 はロータフレーム 6 の内周側下面に設けてもよい。更に、第 2 スラスト動圧発生溝 G 2 はフランジ 3 の上面に設けてもよい。

【0021】また、第 1 実施形態における H 字型流体動圧軸受において、微小隙間 R 1 を形成するベース基板 9 の円筒部 9 a の上端部をスリーブ 4 の上端面よりも低くし、代わりに図 2 に示す如く、スリーブ 4 の上端面の外周側に突出した円筒部を形成してもよい。

【0022】上述の如く、第 1 実施形態の動圧軸受スピンドルモータは、フランジ付シャフト 1、スリーブ 4、ロータフレーム 6、ロータマグネット 7、ステータコイル 8、及びベース基板 9 の 6 点の部品から構成されている。従って、第 1 実施形態の動圧軸受スピンドルモータは、その部品点数は、図 4 の第 1 従来例の動圧軸受スピンドルモータに比べて 1 個少なく、また図 3 の第 2 従来例の動圧軸受スピンドルモータに比べて 2 個少ない。しかも、ロータフレーム 6 は、その上面は負荷搭載面、且つその下面はスラスト動圧軸受部のスラスト隙間形成面として夫々機能するものである。従って、第 1 実施形態の動圧軸受スピンドルモータは、第 1 従来例や第 2 従来例の動圧軸受スピンドルモータに比べて、負荷搭載面とスラスト隙間形成面との平行度が非常によい。

【0023】次に、本発明の第 2 実施形態の動圧軸受スピンドルモータは、図 2 に縦断面図で示す如く、H 字型流体動圧軸受によってロータがステータに回転自在に支持されたものである。

【0024】図 2 の第 2 実施形態の動圧軸受スピンドルモータにおいて、ロータはロータフレーム 6 とロータマグネット 7 とから構成されている。ロータフレーム 6 は、円盤部 6 c と円環部 6 b と円筒部 6 a を有する部材で、カップ状ハブとして機能する部材である。ロータマグネット 7 は環状の永久磁石であって、ロータフレーム 6 の円筒部 6 a の内周面に取り付けられている。また、ステータは、ベース基板 9 とステータコイル 8 を含んで構成されている。ベース基板 9 の中央部には、流体動圧軸受が立設される貫通穴が形成されている。ステータコ

イル 8 は、ベース基板 9 の中央部に形成された貫通穴に立設された流体動圧軸受の肉厚のスリーブ 4 の外周面に取り付けられている。

【0025】第 2 実施形態における H 字型流体動圧軸受は、円環状上端面と円環状下端面とを有するスリーブ 4 と、フランジ 3 が下端部に形成されたフランジ付シャフト 1 と、フランジ付シャフト 1 の上端部に圧入によって固着されたロータフレーム 6 と、スリーブ 4 に形成されているフランジ 3 の収納凹部の開放端を封止する円盤状蓋部材 10 とで構成されている。

【0026】第 2 実施形態における H 字型流体動圧軸受において、ラジアル動圧発生溝 G 1 は、スリーブ 4 の内周面との間にラジアル隙間 R 3 を形成するフランジ付シャフト 1 の外周面に設けられている。また、第 1 スラスト動圧発生溝 G 2 は、スリーブ 4 の円環状上端面の間に第 1 スラスト隙間 R 2 を形成するロータフレーム 6 の内周側下面に設けられている。更に、第 2 スラスト動圧発生溝 G 2 は、スリーブ 4 の円環状下端面との間に第 2 スラスト隙間 R 4 を形成するフランジ 3 の上面に設けられている。そして、前記ラジアル隙間 R 3 と第 1 スラスト隙間 R 2 と第 2 スラスト隙間 R 4 を含む前記構成部材間の微小隙間 R 1 ~ R 6 には潤滑油が充填されている。

【0027】なお、第 2 実施形態における H 字型流体動圧軸受において、ラジアル動圧発生溝 G 1 はスリーブ 4 の内周面に設けてもよい。また、第 1 スラスト動圧発生溝 G 2 はスリーブ 4 の円環状上端面に設けてもよい。更に、第 2 スラスト動圧発生溝 G 2 はスリーブ 4 の円環状下端面に設けてもよい。

【0028】また、第 2 実施形態における動圧軸受スピンドルモータにおいて、スリーブ 4 の軸方向の半分よりも上から下の部分の外径を小さくし、且つスリーブ 4 の前記小さな外径の外周面に外嵌する内周面を備えた円筒部をベース基板 9 に形成し、スリーブ 4 をベース基板 9 に固着するようにしてもよい。

【0029】上述の如く、第 2 実施形態の動圧軸受スピンドルモータは、フランジ付シャフト 1、スリーブ 4、ロータフレーム 6、ロータマグネット 7、ステータコイル 8、ベース基板 9、及び円盤状蓋部材 10 の 7 点の部品から構成されている。従って、第 1 実施形態の動圧軸受スピンドルモータは、その部品点数は図 4 の第 1 従来例の動圧軸受スピンドルモータと同じであるが、図 3 の第 2 従来例の動圧軸受スピンドルモータに比べて 1 個少ない。しかも、ロータフレーム 6 は、その上面は負荷搭載面、且つその下面はスラスト動圧軸受部のスラスト隙間形成面として夫々機能するものである。従って、第 1 実施形態の動圧軸受スピンドルモータは、第 1 従来例や第 2 従来例の動圧軸受スピンドルモータに比べて、負荷搭載面とスラスト隙間形成面との平行度が非常によい。

【0030】なお、第 1 実施形態及び第 2 実施形態のいずれにおいても、潤滑油の注入口であり、且つキャピラ

リーシール部である微小隙間 R 1 には、図 4 の第 1 従来例に採用されている如きテーパ状の開口部を形成するのが望ましい。

### 【0031】

【発明の効果】ロータフレームの一部をスラスト動圧軸受部のスラスト隙間形成部材として兼用して構成されていることを特長とする本発明に係る H 字型流体動圧軸受を備えたスピンドルモータは、従来の H 字型流体動圧軸受を備えたスピンドルモータに比べて、部品点数を少なくすることができ、同時にコスト低減を図ることができた。

【0032】本発明においては、ロータフレームは圧入によってシャフトに固着されるが、この圧入によってスラスト部材として兼用されているロータフレームが変形することがない。また、本発明におけるロータフレームは、その上面は負荷搭載面、且つその下面はスラスト動圧軸受部のスラスト隙間形成面として夫々機能するものであるから、負荷搭載面とスラスト動圧軸受部のスラスト隙間形成面との平行度が非常によい。従って、本発明に係る動圧軸受スピンドルモータは、従来の H 字型流体動圧軸受を備えたスピンドルモータに比べて、振れが良くなった。

### 【図面の簡単な説明】

【図 1】微小隙間を誇張して示した本発明の第 1 実施形態の H 字型流体動圧軸受を備えたスピンドルモータの縦断面図である。

【図 2】微小隙間を誇張して示した本発明の第 2 実施形態の H 字型流体動圧軸受を備えたスピンドルモータの縦断面図である。

【図 3】微小隙間を誇張して示した H 字型流体動圧軸受

を備えた従来のスピンドルモータ（第 2 従来例）の縦断面図である。

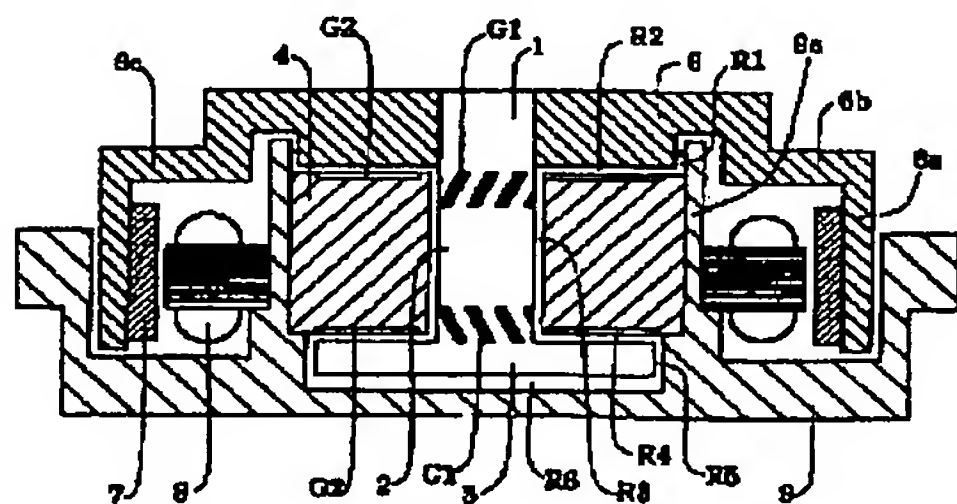
【図 4】微小隙間を誇張して示した T 字型流体動圧軸受を備えた従来のスピンドルモータ（第 1 従来例）の縦断面図である。

【図 5】スラスト動圧発生溝 G 2 の一例を示す図である。

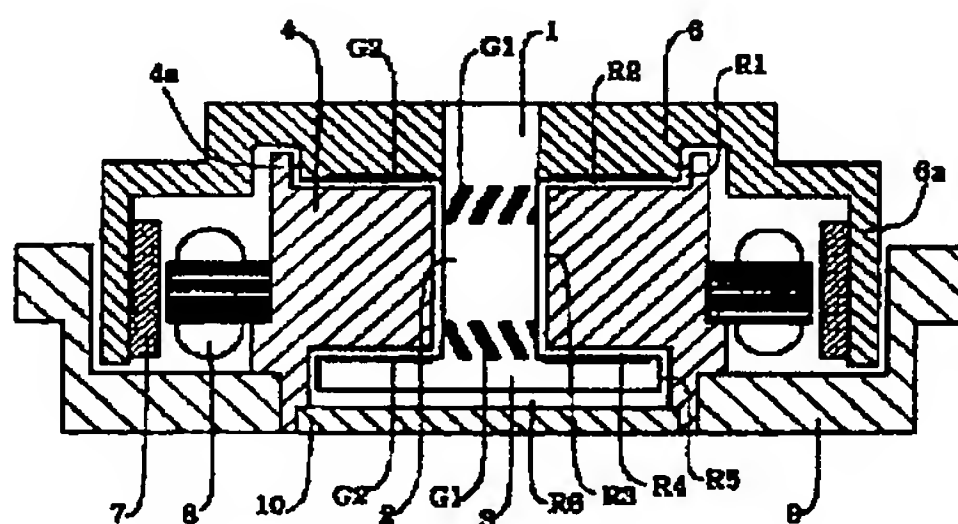
### 【符号の説明】

- 1 フランジ付シャフト
- 2 シャフト
- 3 フランジ
- 4 スリーブ
- 5 スラスト押え部材
- 6 ロータフレーム
- 7 ロータマグネット
- 8 ステータコイル
- 9 ベース基板
- 10 円盤状蓋部材
- 12 固定スリーブ体
- 16 回転シャフト体
- 16a シャフト部
- 16b 上フランジ部
- 16c 突出部
- 16d 下フランジ部
- 16e 嵌合突出部
- 24 ステータコイル
- 32 ロータマグネット
- 36 ロータフレーム
- 38 キャップ部材

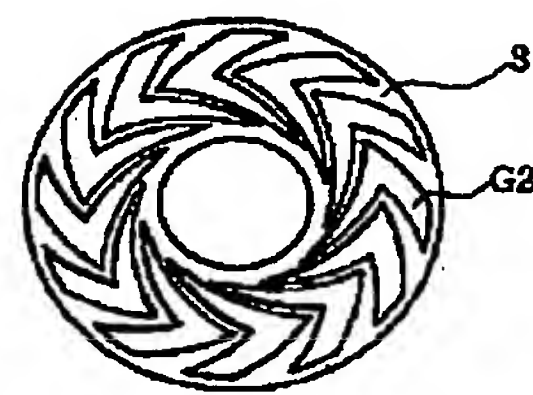
【図 1】



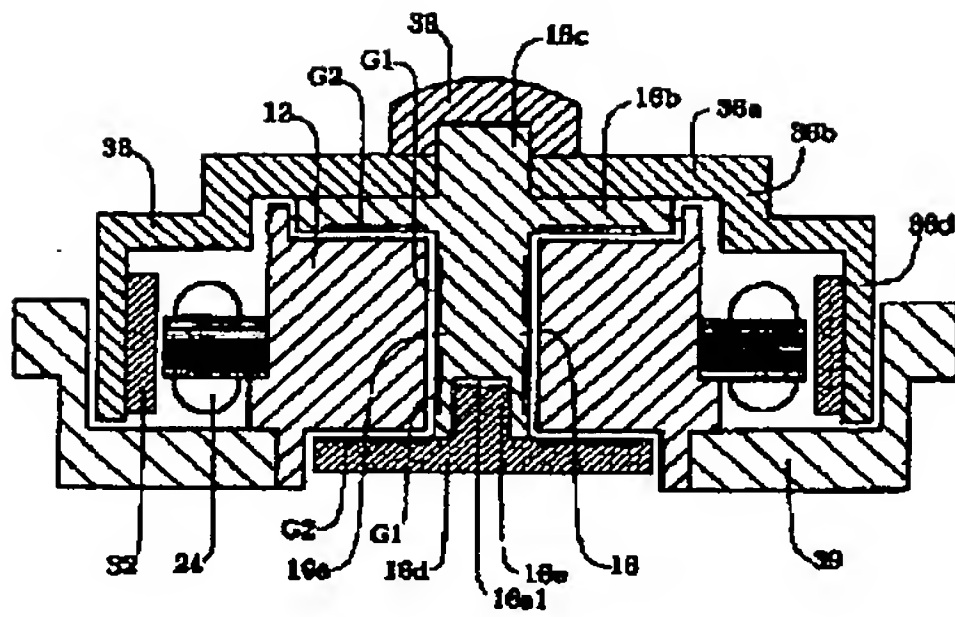
【図 2】



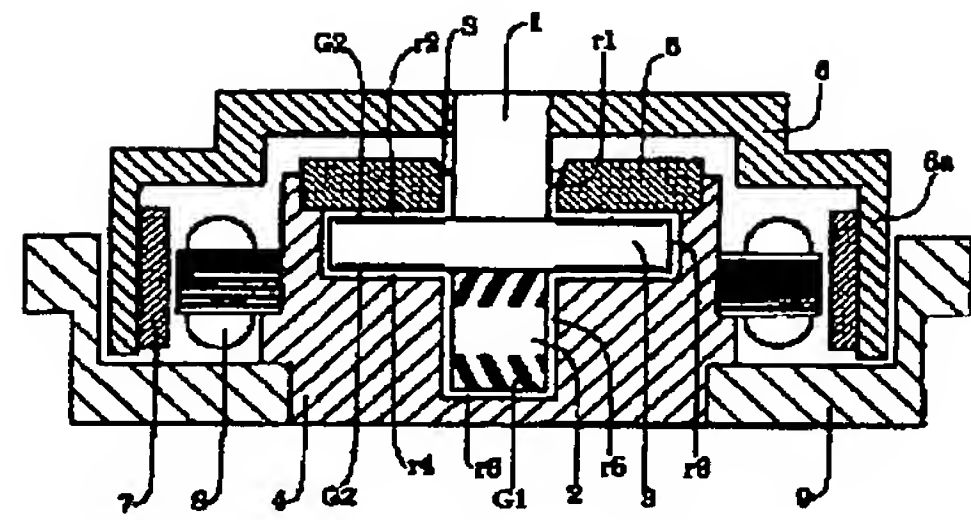
【図 5】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 太田 敦司  
千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セ  
イコーインスツルメンツ株式会社内

F ターム(参考) 3J011 AA20 BA02 BA08 CA02 KA02  
KA03  
5H019 AA09 CC04 DD01 EE14 FF03  
5H605 AA07 BB05 CC04 EB02 EB06  
EB15  
5H607 AA11 AA12 BB01 BB07 BB09  
BB14 BB17 BB25 CC01 DD03  
DD16 GG01 GG02 GG09 GG12  
GG15

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

Bibliography

---

- (19) [Publication country] Japan Patent Office (JP)
- (12) [Kind of official gazette] Open patent official report (A)
- (11) [Publication No.] JP, 2003-92867, A (P2003-92867A)
- (43) [Date of Publication] March 28, Heisei 15 (2003. 3.28)
- (54) [Title of the Invention] Hydrodynamic bearing spindle motor
- (51) [The 7th edition of International Patent Classification]

H02K 29/00

F16C 17/10

H02K 5/16

7/08

[FI]

H02K 29/00            Z

F16C 17/10           A

H02K 5/16            Z

7/08                A

[Request for Examination] Un-asking.

[The number of claims] 2

[Mode of Application] OL

[Number of Pages] 6

(21) [Application number] Application for patent 2001-286294 (P2001-286294)

(22) [Filing date] September 20, Heisei 13 (2001. 9.20)

(71) [Applicant]

[Identification Number] 000002325

[Name] Seiko Instruments, Inc.

[Address] 1-8, Nakase, Mihama-ku, Chiba-shi, Chiba-ken

(72) [Inventor(s)]

[Name] Yoneyama Ryoji

[Address] 1-8, Nakase, Mihama-ku, Chiba-shi, Chiba-ken Inside of Seiko Instruments, Inc.

(72) [Inventor(s)]

[Name] Goto Hiromitsu

[Address] 1-8, Nakase, Mihama-ku, Chiba-shi, Chiba-ken Inside of Seiko Instruments, Inc.  
(72) [Inventor(s)]

[Name] Ota Atsushi

[Address] 1-8, Nakase, Mihama-ku, Chiba-shi, Chiba-ken Inside of Seiko Instruments, Inc.  
(74) [Attorney]

[Identification Number] 100096378

[Patent Attorney]

[Name] Sakagami Masaaki

[Theme code (reference)]

3J011

5H019

5H605

5H607

[F term (reference)]

3J011 AA20 BA02 BA08 CA02 KA02 KA03

5H019 AA09 CC04 DD01 EE14 FF03

5H605 AA07 BB05 CC04 EB02 EB06 EB15

5H607 AA11 AA12 BB01 BB07 BB09 BB14 BB17 BB25 CC01 DD03 DD16 GG01 GG02 GG09 GG12 GG15

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

Epitome

---

(57) [Abstract]

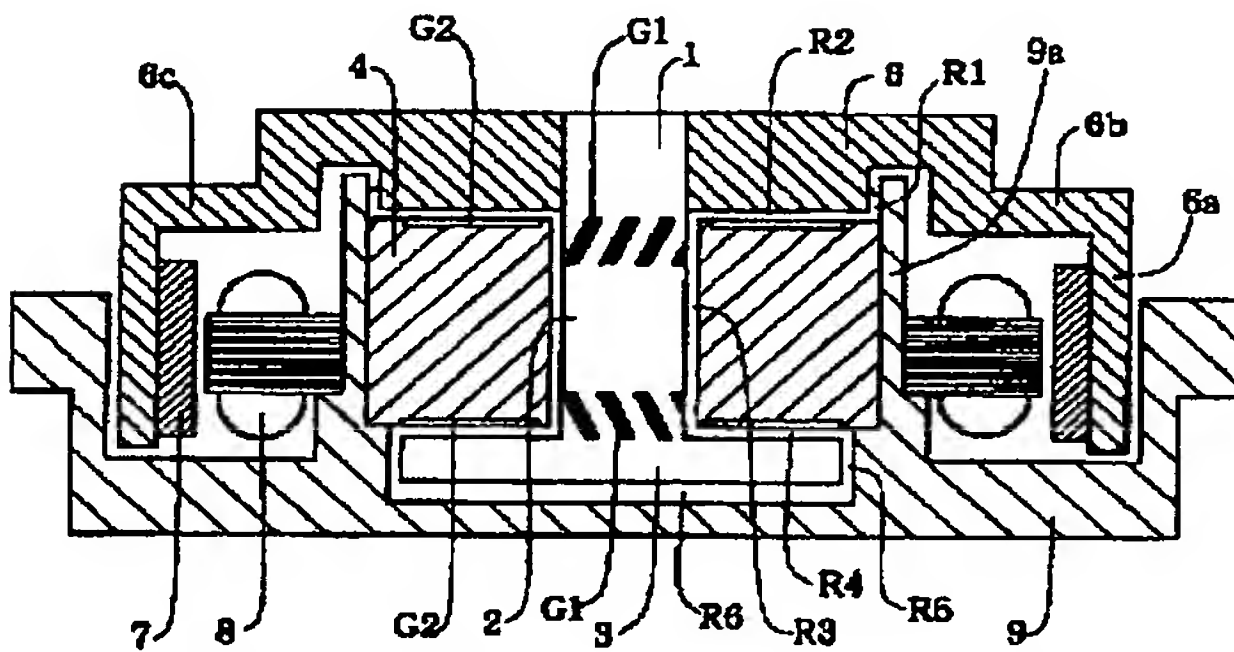
[Technical problem] Offer decreasing the number of component parts, and the good fluid hydrodynamic bearing of a deflection in the spindle motor equipped with the H character mold hydrodynamic bearing.

[Means for Solution] It sets to the spindle motor equipped with the H character mold hydrodynamic bearing concerning this invention, and is the H character mold fluid hydrodynamic bearing, A sleeve 4 and the shaft 1 with a flange by which the flange 3 was formed in the lower limit section, The Rota frame 6 which fixed by press fit in the upper limit section of the shaft 1 with a flange, The lubricating oil with which the minute clearance between these configuration



members was filled up, and the radial dynamic pressure generating slot G1 formed in the peripheral face of the shaft 1 with a flange which constitutes a radial internal clearance, The 1st thrust dynamic pressure generating slot G2 formed in the upper limit side of the sleeve 4 which forms a top thrust clearance between the inferior surfaces of tongue of the Rota frame 6, It consists of 2nd thrust dynamic pressure generating slots G2 formed in the lower limit side of the sleeve 4 which forms a bottom thrust clearance between the top faces of a flange 3.

[Translation done.]



[Translation done.]

#### \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

#### CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The hydrodynamic bearing spindle motor characterized by using the Rota frame in which the Rota magnet was attached in and the load loading side was formed in the hydrodynamic bearing spindle motor with which Rota was supported by the stator by the fluid hydrodynamic bearing which has radial dynamic pressure bearing, upper thrust dynamic pressure bearing, and bottom

thrust dynamic pressure bearing also [ member / which constitutes said upper thrust dynamic pressure bearing / upper thrust ].

[Claim 2] The hydrodynamic-bearing spindle motor characterized by to use the Rota frame in which Rota containing the Rota magnet was the hydrodynamic-bearing spindle motor supported free [ rotation ] by the stator containing a stator coil, said Rota magnet was attached in by the fluid hydrodynamic bearing which is characterized by to provide the following, and which consisted of lubricating oils with which the minute clearance between said configuration members was filled up, and the load loading side was formed of it also [ member / said / upper thrust ] The sleeve which has an in-a-circle upper limit side and an in-a-circle lower limit side The shaft with a flange by which the bottom thrust member by which opposite arrangement is carried out was formed in said in-a-circle lower limit side at the edge The upper thrust member which opposite arrangement was carried out in said in-a-circle upper limit side, and fixed by press fit in the upper limit section of said shaft with a flange The radial dynamic pressure generating slot established in the inner skin of said sleeve which forms a radial internal clearance, or the peripheral face of said shaft with a flange, The 1st thrust dynamic pressure generating slot established in the in-a-circle upper limit side of said sleeve which forms the 1st thrust clearance, or the inferior surface of tongue of said upper thrust member, The 2nd thrust dynamic pressure generating slot established in the in-a-circle lower limit side of said sleeve which forms the 2nd thrust clearance, or the top face of said bottom thrust member, said radial internal clearance and the 1st thrust clearance, and the 2nd thrust clearance

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the hydrodynamic bearing spindle motor with which Rota was supported by the stator by the fluid hydrodynamic bearing which has radial dynamic pressure bearing and thrust dynamic pressure bearing of a vertical pair.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 4 is drawing of longitudinal section of the conventional hydrodynamic bearing spindle motor (the 1st conventional example) in which the minute clearance containing a bearing clearance was exaggerated and shown. This spindle motor is supported free [ rotation ] by the T character mold fluid hydrodynamic bearing by the stator in which Rota containing the Rota magnet 7 contains a stator coil 8. The Rota magnet 7 is attached in the inner skin of body 6a of the Rota frame 6. The Rota frame 6 functions also as a cup-like hub. The Rota frame 6 presses fit the fitting hole established in the circumferencial direction core in the upper limit section of the shaft 2 of the shaft 1 with a flange which is a revolving shaft, and is being fixed to the revolving shaft. The stator coil 8 is attached in the peripheral face of the sleeve 4 with a stage set up by the base substrate 9.

[0003] Said hydrodynamic bearing consists of a shaft 1 with a flange which the ring-like flange 3 was pressed fit and formed in the shaft 2, a cylindrical-with stage sleeve 4 into which this shaft 1 with a flange makes rotation free, and fits, and a thrust presser-foot member 5. The minute clearances r1, r2, r3, r4, r5, and r6 formed among these bearing configuration members are filled up with the lubricating oil. The taper-like minute clearance S formed between the peripheral face of the shaft member 2 top and the inner skin of the thrust presser-foot member 5 is a capillary tube seal which functions as a lubricating oil not leaking out outside using capillarity and surface tension.

[0004] The pattern of the radial dynamic pressure generating slot G1 like a herringbone slot is formed in the peripheral face of the shaft member 2 bottom which forms the radial bearing clearance r5, and inner skin of the minor diameter body of the cylindrical-with stage sleeve 4 is made into the flat side.

[0005] A thrust-bearing clearance is two of the 2nd thrust-bearing clearances r4 formed on the 1st thrust-bearing clearance r2 formed on the top face of the ring-like flange 3, and the inferior surface of tongue of the thrust presser-foot member 5, and the inferior surface of tongue of the ring-like flange 3 and the base of the major-diameter body of the cylindrical-with stage sleeve 4. The \*\*\*\* thrust dynamic pressure generating slot G2 shown in drawing 5 is formed in the top face and inferior surface of tongue of the ring-like flange 3.

[0006] Although the fluid dynamic pressure spindle motor of drawing 4 is practical, since spacing of the up-and-down thrust bearing section is short, it has the problem that there are the direction of axis of rotation and blurring of a location. The fluid dynamic pressure spindle motor (the 2nd conventional example) which solved this problem is indicated by JP, 8-130852, A.

[0007] That is, drawing 3 is drawing of longitudinal section of the fluid dynamic pressure spindle motor of the 2nd conventional example equipped with the H character mold fluid hydrodynamic bearing. This spindle motor is supported free [ rotation ] by the fluid hydrodynamic bearing by the stator in which Rota containing the Rota magnet 32 contains a stator coil 24. The Rota magnet 32 is attached in the inner skin of 36d of bodies of the Rota frame 36. The Rota frame 36 functions also as a cup-like hub. The stator coil 24 is attached in the peripheral face of the fixed sleeve object 12 set up by the base substrate 39.

[0008] The rotation shaft object 16 is the shaft with a flange of the H character mold cross section of shaft section 16a in which upper flange 16b and 16d of bottom flanges were prepared up and down. To shaft section 16a, through lubricant, radial dynamic pressure bearing attaches sleeve section 12a of the fixed sleeve object 12 outside, and is constituted. In addition, the radial dynamic pressure generating slot G1 is formed in the peripheral face of shaft section 16a.

[0009] Upper thrust dynamic pressure bearing makes the annular-on fixed sleeve object 12 section



face through lubricant to the bottom side of upper flange 16b, and is constituted. Moreover, bottom thrust dynamic pressure bearing makes the annular-on fixed sleeve object 12 section face through lubricant to the top side of 16d of bottom flanges, and is constituted. In addition, the thrust dynamic pressure generating slot G2 is formed in the bottom side of upper flange 16b, and the top side of 16d of bottom flanges, respectively.

[0010] And compression immobilization of the inner skin of the Rota frame 36 attached outside lobe 16c of the rotation shaft object 16 is carried out between the top side of upper flange 16b, and the cap member 38.

[0011] Like \*\*\*, in the fluid dynamic pressure spindle motor of the 2nd conventional example equipped with the constituted H character mold fluid hydrodynamic bearing, the direction of axis of rotation of a rotation shaft object and blurring of a location are prevented, and high rotation precision can be realized. Moreover, the inner circumference section of the Rota frame 36 attached outside lobe 16c of the rotation shaft object 16 Since compression immobilization is carried out between the top side of upper flange 16b, and the cap member 38 In immobilization by press fit, the direction die length of an axis of the inner skin of the Rota frame 36 compares, and while it is short and sufficient Since it is what can use upper flange 16b also for immobilization of the Rota frame 36, it is indicated as a whole that effectiveness is high, compaction of the direction die length of an axis, i.e., thin-shape-izing, of a spindle motor.

[0012] Although it has the features of such many, there are also the following troubles in the fluid dynamic pressure spindle motor of the 2nd conventional example. First, it is that big stress joins the inner circumference section of upper flange 16b, and deformation of upper flange 16b generates the cap member 38 to lobe 16c of the rotation shaft object 16 by press fit. When upper flange 16b deforms, RRO and NRR0 have the problem of worsening. Next, although 16d of bottom flanges is pressed fit in the fitting hole 16a1 which carries out opening of the fitting projected part 16e under the shaft section 16a and they fix to shaft section 16a, they are that the lower part of shaft section 16a swells by press fit. When the lower part of shaft section 16a swells, it gnaws by radial dynamic pressure bearing, a phenomenon happens, and there is a problem of a shaft stopping turning. Furthermore, there are many components mark compared with the fluid dynamic pressure spindle motor of the 1st conventional example, and moreover, since the process tolerance of each components must be high, there is a problem that processing cost is high.

[0013]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The 1st technical problem which it is going to solve is lessening the number of the components which constitute a H character mold hydrodynamic bearing in the hydrodynamic bearing spindle motor equipped with the H character mold fluid hydrodynamic bearing. The 2nd technical problem which it is going to solve is offering the hydrodynamic bearing spindle motor equipped with the good H character mold fluid hydrodynamic bearing of a deflection.

[0014]

[Means for Solving the Problem] Invention of claim 1 which solves the above-mentioned technical problem is characterized by using the Rota frame in which the Rota magnet was attached in and the load loading side was formed also [ member / which constitutes upper thrust dynamic pressure bearing / upper thrust ] in the hydrodynamic bearing spindle motor with which Rota was supported by the stator by the fluid hydrodynamic bearing which has radial dynamic pressure bearing, upper thrust dynamic pressure bearing, and bottom thrust dynamic pressure bearing.

[0015] Moreover, invention of claim 2 which solves the above-mentioned technical problem The



sleeve which has an in-a-circle upper limit side and an in-a-circle lower limit side, and the shaft with a flange by which the bottom thrust member by which opposite arrangement is carried out was formed in said in-a-circle lower limit side at the edge, The upper thrust member which opposite arrangement was carried out in said in-a-circle upper limit side, and fixed by press fit in the upper limit section of said shaft with a flange, The radial dynamic pressure generating slot established in the inner skin of said sleeve which forms a radial internal clearance, or the peripheral face of said shaft with a flange, The 1st thrust dynamic pressure generating slot established in the in-a-circle upper limit side of said sleeve which forms the 1st thrust clearance, or the inferior surface of tongue of said upper thrust member, The 2nd thrust dynamic pressure generating slot established in the in-a-circle lower limit side of said sleeve which forms the 2nd thrust clearance, or the top face of said bottom thrust member, By the fluid hydrodynamic bearing which consisted of lubricating oils with which the minute clearance between said configuration members including said radial internal clearance, 1st thrust clearance, and 2nd thrust clearance was filled up Rota containing the Rota magnet is the hydrodynamic bearing spindle motor supported free [ rotation ] by the stator containing a stator coil. The description It is having used the Rota frame in which said Rota magnet's was attached in and the load loading side's was formed also [ member / said / upper thrust ].

[0016]

[Embodiment of the Invention] As the hydrodynamic bearing spindle motor of the 1st operation gestalt of this invention shown to drawing 1 in drawing of longitudinal section, Rota is supported by the H character mold fluid hydrodynamic bearing free [ the rotation to a stator ].

[0017] In the hydrodynamic bearing spindle motor of the 1st operation gestalt of drawing 1 , Rota consists of a Rota frame 6 and a Rota magnet 7. The Rota frame 6 is the member which has disk section 6c, circular ring section 6b, and body 6a, and is a member which functions as a cup-like hub. The Rota magnet 7 is an annular permanent magnet, and is attached in the inner skin of body 6a of the Rota frame 6. Moreover, the stator is constituted including the base substrate 9 and the stator coil 8. The base substrate 9 has projected body 9a which was formed in the center section. The stator coil 8 is attached in the peripheral face of body 9a of the base substrate 9.

[0018] The H character mold fluid hydrodynamic bearing in the 1st operation gestalt consists of a Rota frame 6 which fixed by press fit in the upper limit section of the thick sleeve 4 which has an in-a-circle upper limit side and an in-a-circle lower limit side, the shaft 1 with a flange by which the flange 3 was formed in the lower limit section, and the shaft 1 with a flange, and a base substrate 9 with which the crevice where a flange 3 is contained was formed. A sleeve 4 is inner-\*(ed) by body 9a, and has fixed to the base substrate 9.

[0019] In the H character mold fluid hydrodynamic bearing in the 1st operation gestalt, the radial dynamic pressure generating slot G1 is established in the peripheral face of the shaft 1 with a flange which forms a radial internal clearance R3 between the inner skin of a sleeve 4. Moreover, the 1st thrust dynamic pressure generating slot G2 is established in the in-a-circle upper limit side of the sleeve 4 which forms the 1st thrust clearance R2 between the inner circumference side inferior surfaces of tongue of the Rota frame 6. Furthermore, the 2nd thrust dynamic pressure generating slot G2 is established in the in-a-circle lower limit side of the sleeve 4 which forms the 2nd thrust clearance R4 between the top faces of a flange 3. And the minute clearances R1-R6 between said configuration members including said radial internal clearance R3, 1st thrust clearance R2, and 2nd thrust clearance R4 are filled up with the lubricating oil.

[0020] In addition, in the H character mold fluid hydrodynamic bearing in the 1st operation gestalt, the radial dynamic pressure generating slot G1 may be established in the inner skin of a sleeve 4. Moreover, the 1st thrust dynamic pressure generating slot G2 may be established in the inner circumference side inferior surface of tongue of the Rota frame 6. Furthermore, the 2nd thrust dynamic pressure generating slot G2 may be established in the top face of a flange 3.

[0021] Moreover, in the H character mold fluid hydrodynamic bearing in the 1st operation gestalt, the upper limit section of body 9a of the base substrate 9 which forms the minute clearance R1 may be made lower than the upper limit side of a sleeve 4, and as instead shown in drawing 2, the body projected to the periphery side of the upper limit side of a sleeve 4 may be formed.

[0022] Like \*\*\*, the hydrodynamic bearing spindle motor of the 1st operation gestalt consists of components, the shaft 1 with a flange, a sleeve 4, the Rota frame 6, the Rota magnet 7, a stator coil 8, and the base substrate 9, of six points. Therefore, the components mark are one piece fewer than compared with the hydrodynamic bearing spindle motor of the 1st conventional example of drawing 4, and the hydrodynamic bearing spindle motor of the 1st operation gestalt has them two pieces compared with the hydrodynamic bearing spindle motor of the 2nd conventional example of drawing 3. [ few ] And in a load loading side and its inferior surface of tongue, the top face functions [ the Rota frame 6 ] as a thrust clearance forming face of thrust dynamic pressure bearing, respectively. Therefore, the hydrodynamic bearing spindle motor of the 1st operation gestalt has the very good parallelism of a load loading side and a thrust clearance forming face compared with the hydrodynamic bearing spindle motor of the 1st conventional example or the 2nd conventional example.

[0023] Next, as the hydrodynamic bearing spindle motor of the 2nd operation gestalt of this invention shown to drawing 2 in drawing of longitudinal section, Rota is supported by the H character mold fluid hydrodynamic bearing free [ the rotation to a stator ].

[0024] In the hydrodynamic bearing spindle motor of the 2nd operation gestalt of drawing 2, Rota consists of a Rota frame 6 and a Rota magnet 7. The Rota frame 6 is the member which has disk section 6c, circular ring section 6b, and body 6a, and is a member which functions as a cup-like hub. The Rota magnet 7 is an annular permanent magnet, and is attached in the inner skin of body 6a of the Rota frame 6. Moreover, the stator is constituted including the base substrate 9 and the stator coil 8. The through hole by which a fluid hydrodynamic bearing is set up is formed in the center section of the base substrate 9. The stator coil 8 is attached in the peripheral face of the thick sleeve 4 of the fluid hydrodynamic bearing set up by the through hole formed in the center section of the base substrate 9.

[0025] The H character mold fluid hydrodynamic bearing in the 2nd operation gestalt consists of the sleeve 4 which has an in-a-circle upper limit side and an in-a-circle lower limit side, a shaft 1 with a flange by which the flange 3 was formed in the lower limit section, a Rota frame 6 which fixed by press fit in the upper limit section of the shaft 1 with a flange, and disc-like covering device material 10 which closes the open end of the receipt crevice of the flange 3 currently formed in the sleeve 4.

[0026] In the H character mold fluid hydrodynamic bearing in the 2nd operation gestalt, the radial dynamic pressure generating slot G1 is established in the peripheral face of the shaft 1 with a flange which forms a radial internal clearance R3 between the inner skin of a sleeve 4. Moreover, the 1st thrust dynamic pressure generating slot G2 is established in the inner circumference side inferior surface of tongue of the Rota frame 6 which forms the 1st thrust clearance R2 between the in-a-circle upper limit sides of a sleeve 4. Furthermore, the 2nd

thrust dynamic pressure generating slot G2 is established in the top face of the flange 3 which forms the 2nd thrust clearance R4 between the in-a-circle lower limit sides of a sleeve 4. And the minute clearances R1-R6 between said configuration members including said radial internal clearance R3, 1st thrust clearance R2, and 2nd thrust clearance R4 are filled up with the lubricating oil.

[0027] In addition, in the H character mold fluid hydrodynamic bearing in the 2nd operation gestalt, the radial dynamic pressure generating slot G1 may be established in the inner skin of a sleeve 4. Moreover, the 1st thrust dynamic pressure generating slot G2 may be established in the in-a-circle upper limit side of a sleeve 4. Furthermore, the 2nd thrust dynamic pressure generating slot G2 may be established in the in-a-circle lower limit side of a sleeve 4.

[0028] Moreover, the body equipped with the inner skin which makes the outer diameter of a lower part small from a top [ one half / of the shaft orientations of a sleeve 4 ], and is attached outside the peripheral face of said small outer diameter of a sleeve 4 is formed in the base substrate 9, and you may make it fix a sleeve 4 to the base substrate 9 in the hydrodynamic bearing spindle motor in the 2nd operation gestalt.

[0029] Like \*\*\*, the hydrodynamic bearing spindle motor of the 2nd operation gestalt consists of the shaft 1 with a flange, a sleeve 4, the Rota frame 6, the Rota magnet 7, a stator coil 8, a base substrate 9, and components of seven points of the disc-like covering device material 10. Therefore, the hydrodynamic bearing spindle motor of the 1st operation gestalt is one piece fewer than compared with the hydrodynamic bearing spindle motor of the 2nd conventional example of drawing 3 , although the components mark are the same as the hydrodynamic bearing spindle motor of the 1st conventional example of drawing 4 . And in a load loading side and its inferior surface of tongue, the top face functions [ the Rota frame 6 ] as a thrust clearance forming face of thrust dynamic pressure bearing, respectively. Therefore, the hydrodynamic bearing spindle motor of the 1st operation gestalt has the very good parallelism of a load loading side and a thrust clearance forming face compared with the hydrodynamic bearing spindle motor of the 1st conventional example or the 2nd conventional example.

[0030] In addition, also in any of the 1st operation gestalt and the 2nd operation gestalt, it is desirable to form opening of the shape of a \*\*\* taper adopted as the 1st conventional example of drawing 4 in the minute clearance R1 which is the inlet of a lubricating oil and is the capillary tube seal section.

[0031]

[Effect of the Invention] Compared with the spindle motor equipped with the conventional H character mold fluid hydrodynamic bearing, the spindle motor equipped with the H character mold fluid hydrodynamic bearing concerning this invention characterized by making a part of Rota frame serve a double purpose as a thrust clearance formation member of thrust dynamic pressure bearing, and being constituted could lessen components mark, and was able to plan cost reduction to coincidence.

[0032] In this invention, although the Rota frame fixes at a shaft by press fit, it does not deform the Rota frame currently made to serve a double purpose by this press fit as a thrust member. Moreover, since a load loading side and its inferior surface of tongue function as a thrust clearance forming face of thrust dynamic pressure bearing, respectively, the top face has the parallelism of a load loading side and the thrust clearance forming face of thrust dynamic pressure bearing very good [ the Rota frame in this invention ]. Therefore, compared with the spindle motor with which the hydrodynamic bearing pin dollar motor concerning this invention was equipped with the conventional H character mold fluid hydrodynamic bearing, the



deflection became good.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing of longitudinal section of the spindle motor equipped with the H character mold fluid hydrodynamic bearing of the 1st operation gestalt of this invention which exaggerated and showed the minute clearance.

[Drawing 2] It is drawing of longitudinal section of the spindle motor equipped with the H character mold fluid hydrodynamic bearing of the 2nd operation gestalt of this invention which exaggerated and showed the minute clearance.

[Drawing 3] It is drawing of longitudinal section of the conventional spindle motor (the 2nd conventional example) equipped with the H character mold fluid hydrodynamic bearing which exaggerated and showed the minute clearance.

[Drawing 4] It is drawing of longitudinal section of the conventional spindle motor (the 1st conventional example) equipped with the T character mold fluid hydrodynamic bearing which exaggerated and showed the minute clearance.

[Drawing 5] It is drawing showing an example of the thrust dynamic pressure generating slot G2.

[Description of Notations]

- 1 Shaft with Flange
- 2 Shaft
- 3 Flange
- 4 Sleeve
- 5 Thrust Presser-Foot Member
- 6 Rota Frame
- 7 Rota Magnet
- 8 Stator Coil
- 9 Base Substrate
- 10 Disc-like Covering Device Material



12 Fixed Sleeve Object  
16 Rotation Shaft Object  
16a Shaft section  
16b Upper flange  
16c Lobe  
16d Bottom flange  
16e Fitting lobe  
24 Stator Coil  
32 Rota Magnet  
36 Rota Frame  
38 Cap Member

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

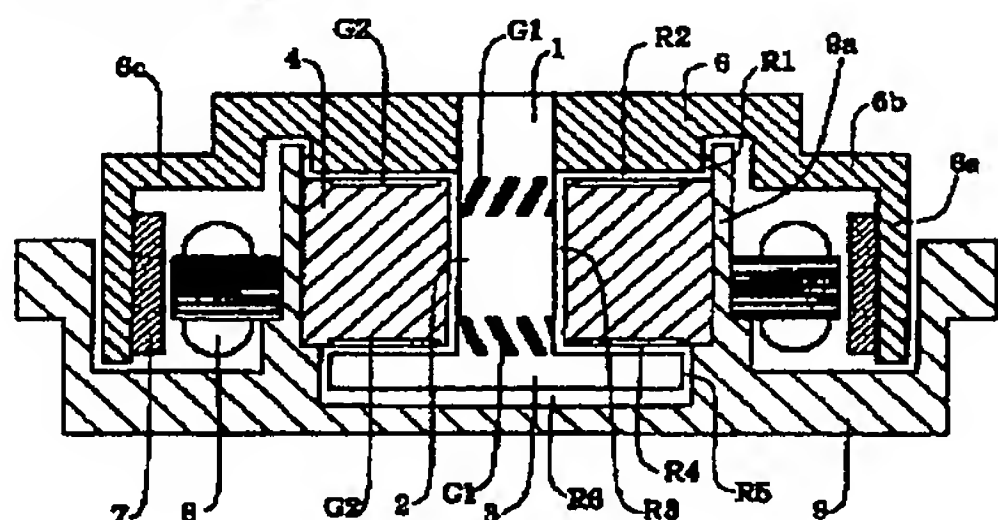
Japan Patent Office is not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
  2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
  3. In the drawings, any words are not translated.
- 

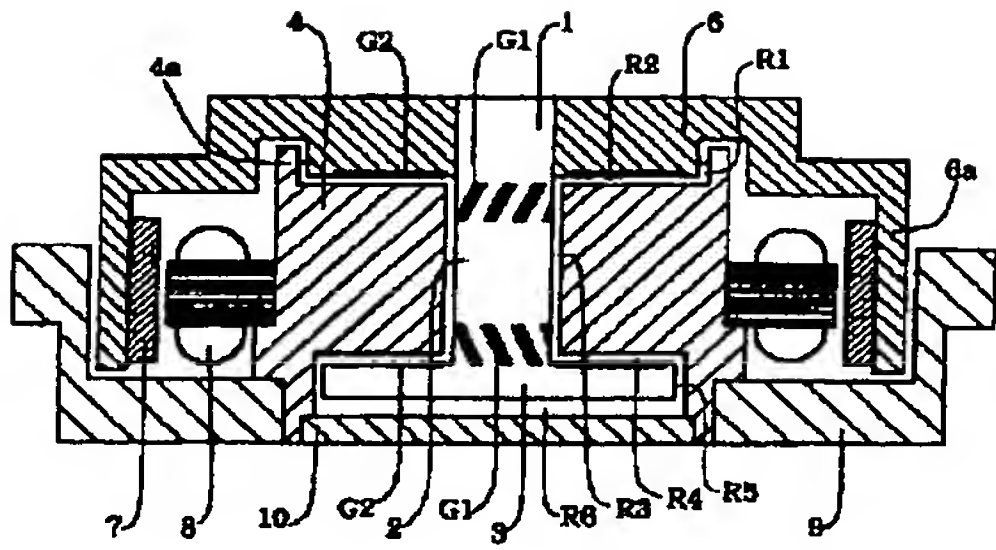
DRAWINGS

---

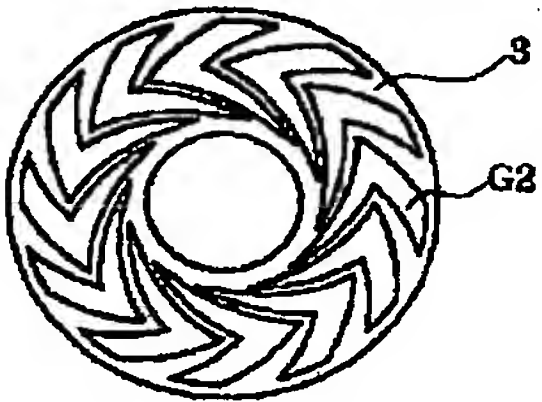
[Drawing 1]



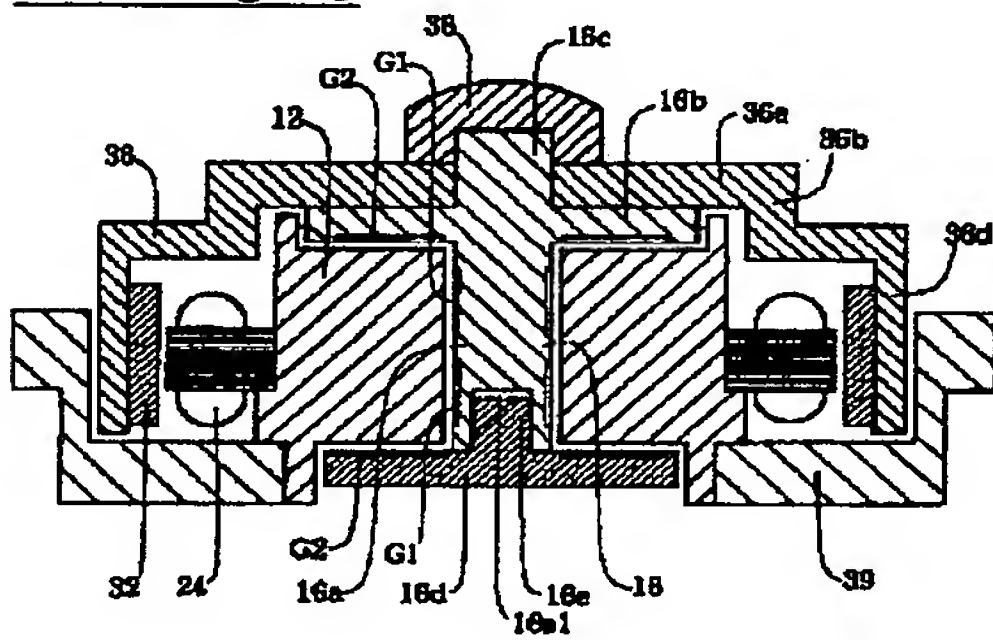
[Drawing 2]



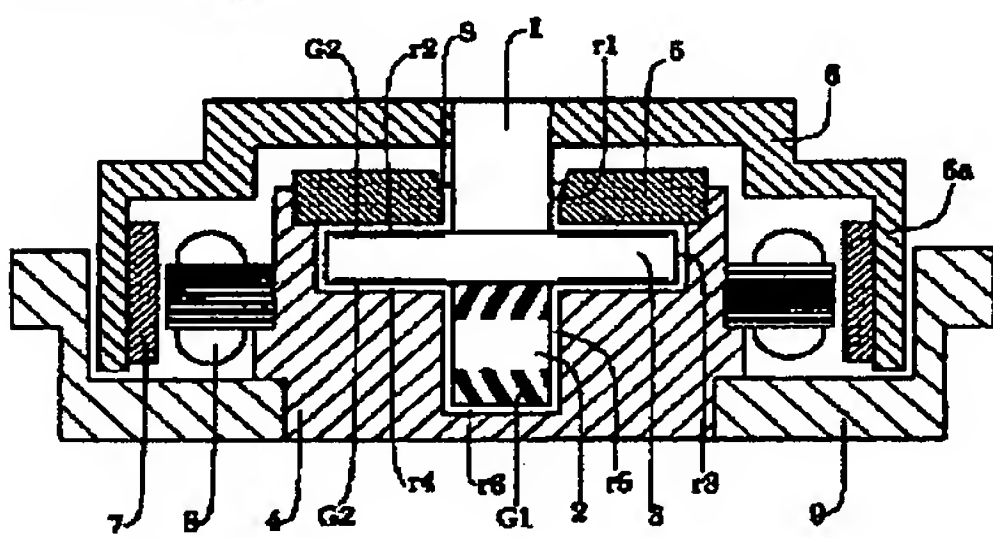
[Drawing 5]



[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Translation done.]